

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-295355

(43)Date of publication of application : 18.11.1997

(51)Int.Cl.

B29D 11/00  
G02B 3/00  
G02B 6/10  
G02B 6/42  
// H01S 3/18  
B29K101:10

(21)Application number : 08-110882

(71)Applicant : FUJIKURA LTD

(22)Date of filing : 01.05.1996

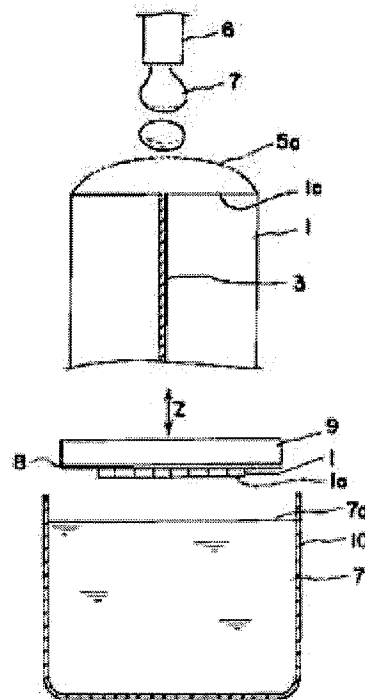
(72)Inventor : SEKIGUCHI TOSHISADA

## (54) END SURFACE LENS OF MINUTE OPTICAL ELEMENT AND ITS FORMATION

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance the coupling efficiency in the coupling part coupling the light emitted from the end part of a minute optical element with other optical part by forming an optical lens structure on the end surface of an optical element by solidifying a flowable substance membrane built up at its central part formed by dripping a flowable substance.

**SOLUTION:** A laser element being an optical element has function such that laser beam is generated within the active layer 3 held between clad layers to propagate and the beam emitted from the end surface 1a of the optical element 1 is coupled with other optical part, for example, an optical fiber. A flowable substance is dripped on the laser beam emitting end surface 1a of the optical element 1 to be applied thereto. At this time, the dripping amt. of the flowable substance is controlled so that the flowable substance is formed into a membrane shape and the surface of a liquid droplet is built up by surface tension. The optical element 1 is allowed to fall to a fixed flat plate so that the end surface 1a of the optical element just comes into contact with the liquid surface of the flowable substance in a tank to bond and apply the flowable substance to the end surface 1a to form a lens shape having a thick central part.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-295355

(43) 公開日 平成9年(1997)11月18日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 D	11/00		B 2 9 D	11/00
G 0 2 B	3/00		G 0 2 B	3/00
	6/10			6/10
	6/42			6/42
// H 0 1 S	3/18		H 0 1 S	3/18
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平8-110882

(22) 出願日 平成8年(1996)5月1日

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 関口 利貞

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内

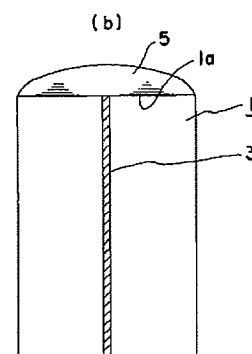
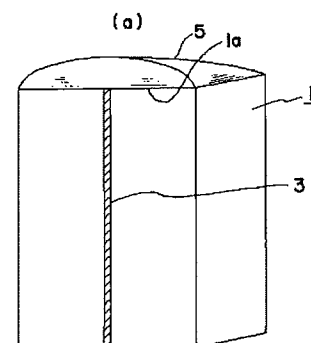
(74) 代理人 弁理士 藤本 博光

(54) 【発明の名称】 微小光学素子の端面レンズおよび微小光学素子の端面レンズ形成方法

## (57) 【要約】

【課題】 微小光学素子端部からの出射光を他の光学部品と結合させる結合部における結合効率を向上させて出射光を有効に結合できると共に、結合効率の差異をなくしてトレランスを大きくできる端面レンズおよびその形成方法を提供する。

【解決手段】 光学素子1のレーザ光の出射側端面1aには、滴下あるいは付着された流動性物質7により中央部の盛り上がった流動性物質薄膜5aを固化した光学レンズ構造体5を形成したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導波路中に光を伝搬する微小光学素子の端面からの出射光が他の光学部品と結合される光結合部において、前記光学素子の端面には、滴下あるいは付着された流動性物質により中央部の盛り上がった流動性物質薄膜を固化した光学レンズ構造を形成したことを特徴とする微小光学素子の端面レンズ。

【請求項 2】 導波路中に光を伝搬する微小光学素子の端面からの出射光が他の光学部品と結合される光結合部において、光学素子材料がアレイ状に配列されたものであって、各素子の出射光側端面が並べられている面には隣合う素子出射部の間に流動性物質の流れを規制する溝を形成し、前記光学素子の端面に流動性物質を滴下しあるいは付着させてその表面張力により中央部の盛り上がった流動性物質薄膜を形成し、前記薄膜を固化して前記端面に光学レンズ構造を形成することを特徴とする微小光学素子の端面レンズ形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体レーザ素子、光スイッチ、平面光回路素子などのように導波路を伝搬する光を有効に他の光学素子と結合させる必要のある微小光学素子に適用するのに好適な微小光学素子の端面レンズおよびその形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光学素子の端面は、通常、光学素子から出射したあるいは該素子へ入射する光は、レンズなどにより集光されて、光ファイバなどの他の光学部品と結合される。この際には、光学素子の端面を経て光の一部が導波路に結合する。

【0003】例えば図 9、図 10 に示すように、光学素子の一例である半導体レーザ素子 a の活性層 a 1 端面から出射する光 b 1 を、異形レンズ c（図 9 の素子単体の場合）、または、球状レンズ d およびセルフオックレンズ e（図 10 のアレイ状素子）などで集光 b 2 して他の光学部品である光ファイバ f からなる導波路に入射させている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記光学素子 a から出射される光の強度分布はガウス分布を示し、出射された光は前記符号 b 1 で示すように拡がるため、ガウス分布の中央部（強度が強い部分）のみが結合することができる。逆に言えば、ガウス分布の両端部の光は十分に結合できない。したがって、この結合できない光があることから、従来は、結合効率に限界があるという問題点があった。また、結合する際にレンズをかなり接近させなければ、レンズの位置による結合効率の差

異はかなり大きい（トレランスが小さい）。したがって、従来は、結合部の位置に制約されて自由な設計ができないという問題点もあった。

【0005】本発明は、前記従来の問題点を解消するべくなされたものであって、微小光学素子端面からの出射光を他の光学部品と結合させる結合部における結合効率を向上させて出射光を有効に結合できると共に、結合効率の差異をなくしてトレランスを大きくできる微小光学素子の端面レンズおよびその形成方法を提供することを課題とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するため次の構成を有する。請求項 1 の発明は、導波路中に光を伝搬する微小光学素子の端面からの出射光が他の光学部品と結合される光結合部において、前記光学素子の端面には、滴下あるいは付着された流動性物質により中央部の盛り上がった流動性物質薄膜を固化した光学レンズ構造を形成したことを特徴とする微小光学素子の端面レンズである。

【0007】請求項 2 の発明は、導波路中に光を伝搬する微小光学素子の端面からの出射光が他の光学部品と結合される光結合部において、光学素子材料がアレイ状に配列されたものであって、各素子の出射光側端面が並べられている面には隣合う素子出射部の間に流動性物質の流れを規制する溝を形成し、前記光学素子の端面に流動性物質を滴下しあるいは付着させてその表面張力により中央部の盛り上がった流動性物質薄膜を形成し、前記薄膜を固化して前記端面に光学レンズ構造を形成することを特徴とする微小光学素子の端面レンズ形成方法である。

【0008】発明者は、微小光学素子と他の光学部品との光結合部における光結合効率および設計の自由度を向上させるべく、種々の研究・開発を行った。その結果、半導体レーザ等の微小光学素子の端面にゾル等の流動性物質を滴下あるいは付着させて流動性物質自体の表面張力により中央部が盛り上がった状態になり、かつ端面の外殻部では薄くなり、ちょうどレンズ形状になる。そして、このレンズ形状の流動性物質を固化することにより光学レンズ構造を形成できることに着目して、本発明をなしたものである。

【0009】本発明によれば、流動性薄膜を固化したレンズにより光学素子端面から出射される光は収束されて拡がり角が少なくなる。したがって、従来の流動性物質薄膜によるレンズを形成しないものに比較して、出射光がガウス分布よりも収束されるので、他の光学部品との結合効率が向上する。また、レンズをかなり接近させなくても良くなるので、レンズの位置による結合効率の差異が小さくなる（トレランスが大きくなる）。

【0010】さらに、請求項 2 のように、アレイ状光学素子あるいは単体に分ける前の光学素子材料がアレイ状

に配列されたものであって、各素子の出射光側端面が並べられている面には隣合う素子出射部の間に流動性物質材料の流れを規制する溝を形成することにより、滴下あるいは付着された流動性物質はこの溝で各素子毎に仕切られるので、該流動性物質からなる前記流動性物質薄膜は、隣り合う端面で一体になることがなくなり、各素子端面毎にその表面張力により中央部の盛り上がったものに確実に形成できる。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1～図2は実施形態に係る半導体レーザ素子（微小光学素子1の一例）のレンズ構造体5による端面レンズの説明図であって、図1は単体の半導体レーザ素子を示し、図2はチップ化前またはアレイ状の半導体レーザ素子の説明図を示す。

【0012】前記光学素子1である半導体レーザ素子は、クラッド層で挟まれた活性層（導波路に相当）3中でレーザ光を発生しかつ伝搬するものであって、該素子1の端面1aからの出射光が後記する光ファイバ（他の光学部品の一例）4と結合されるものである。なお、図では、半導体レーザ素子の活性層3の両側のクラッド層およびその外層の基板などは周知のため図示は省略している。

【0013】前記光学素子1のレーザ光の出射側端面1aには、流動性物質材料を滴下あるいは付着して、中央部の盛り上がった状態の該流動性物質薄膜を固化した光学レンズ構造体5を形成したものである。

【0014】光学レンズ構造体5を形成する流動性物質材料としては、滴下または付着するまでは流動性を有し、かつそれ以後一定条件で固化する光透過性材であれば、種々の物質・材料を選択使用できる。好適には、ゾルゲル法による $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 等セラミックス、あるいは、熱硬化性または光（紫外線）硬化性樹脂（有機化合物）ポリイミド、PMMA（ポリメチルメタアクリレート）等、さらにはシリコン（RTV：室温硬化型等）を用いることができる。

【0015】前記光学素子1は、半導体レーザ素子の一例では縦×横×高さが $300(\mu\text{m}) \times 100(\mu\text{m}) \times 200 \sim 1000(\mu\text{m})$ の寸法の非常に微小なものにできる。

【0016】次に、レンズ構造体5の製造方法を図1～図5に基づき説明する。前記流動性物質材料7により半導体レーザ素子などの光学素子1の出射側端面1aに流動性物質薄膜5aを形成する方法の一つとして、該流動性物質材料7を滴下する方法の例を説明する。この例では、図3に示すように、前記流動性物質材料7を周知のマイクロディスペンサ6に注入し、そのマイクロディスペンサ6の滴下側端部から単体（図3（a）に示す）またはチップ化前あるいはアレイ状（図3（b）に示す）の光学素子1の端面1aに流動性材料7を滴下して塗布

する。このとき滴下した流動性物質材料7が図3に二点鎖線で示す薄膜5a形状を呈するように、表面張力により液滴面が盛り上がるように滴下量を制御する。

【0017】また、流動性物質薄膜5aを形成する場合に流動性物質材料を塗布（付着）させる方法の例として、図4に示すように、光学素子1を適当量平板8上に固定し、この平板8を少なくとも垂直方向移動可能なステージ（ステップモータまたはエンコーダモータを用いたZテーブル）9に固定する。そして、溝10内の流動性物質材料7の液面7aに光学素子端面1aがちょうど接触するように光学素子1を固定した平板8を降下させる。これにより、該端面1aに流動性物質材料7が付着塗布され、しかも、該材料7からなる薄膜5aはその表面張力により中央部の厚いレンズ形状になる。このようにして塗布した流動性物質材料7からなる前記薄膜5aを硬化させて、レンズ構造体5の機能を持たせる。

【0018】ここで、上記のように光学素子1自体あるいは分ける前にアレイ状に並んでいるものでは、各導波路毎にレンズ構造体5を形成しなければならないので、図5に示すように、各導波路（活性層）3、3間（中間）に出射側端面1aよりも引っ込んだ溝10を形成しておく。したがって、滴下あるいは付着された流動性物質材料7はこの溝10で各素子1、1毎に仕切られるので、該材料7からなる前記薄膜5aは、隣り合う端面で一体になることがなく、各素子端面1a、1a毎にその表面張力により中央部の盛り上がったものに確実に形成できる。

【0019】なお、光学素子1の出射側端面1aに形成するレンズ形状については、導波路の出射端が光学素子1の端面中央よりずれていたならば、出射端に適合させてレンズ形状を形成することが好ましい。このような、光学素子1の一例としての半導体レーザ素子をウェハから分割する場合について説明する。つまり、図6（a）に平面視するように、活性層3がウェハ11の表面側の近くに形成されているときには、ウェハ11の活性層3の両側に前記の溝10をエッチングにより形成して、アレイ状に並んだ素子1を分割線12から劈開（分割）する。すると、図6（b）に劈開面から見るように、活性層3が表面側に偏った状態に出射側端面1aに現れる。そして、その端面に流動性物質材料7を滴下あるいは付着させると、この活性層3の部分に多くなるように付着する。例えば図6（c）に示すように、盛り上がった部分が活性層3側に寄った状態にすることができる。

【0020】以上のように形成した前記流動性物質材料薄膜5aを固化（ゲル化）する。これにより、光学素子1の出射側端面1aに光学レンズ構造体5を隙間なく形成することができる。このように流動性物質薄膜5aを固化してできたレンズ構造体5により光学素子1端面1aから出射される光は収束されて拡がり角が少なくなる。

【0021】したがって、図7に示すように、流動性物質薄膜によるレンズを形成しない従来品に比較して、出射光がガウス分布よりも収束されるので、他の光学部品との結合効率が向上する。また、レンズをかなり接近させなくても良くなるので、レンズの位置による結合効率の差異が小さくなる（トレランスが大きくなる）。

【0022】図8には、前記従来の図10に示した半導体レーザアレイに比較した光結合部を示す。図8に示すように、レーザアレイ1からの出射光13はレンズ構造体5で収束されて球状レンズ14（およびセルフクレンズ15）に漏れなく入射して光ファイバ4に全体的に確実に結合できる。

【0023】さらに、前記流動性物質薄膜は光学素子1の出射側の端面1aに滴下あるいは付着させそれを固化させるのみの工程で形成できるため、別体の光学レンズを別途に構成して取り付けることに比較して極めて簡単に形成できる。

【0024】なお、光学素子は、前記半導体レーザ素子に限定されず、光スイッチ、平面光回路などのような導波路の端面から光を出射する微小な光学素子に適用可能である。

【0025】

【発明の効果】以上説明した通り本発明によれば、微小光学素子端部からの出射光を他の光学部品と結合させる結合部における結合効率を向上させて出射光を有効に結合できると共に、結合効率の差異をなくしてトレランスを大きくできる。

【図面の簡単な説明】

\*

＊【図1】実施形態に係る半導体レーザ素子（微小光学素子の一例）のレンズ構造体による端面レンズの説明図であって、単体の半導体レーザ素子の例を示し（a）は斜視図、（b）は正面図である。

【図2】チップ化前またはアレイ状の光学素子の説明図を示す。

【図3】レンズ構造体の製造方法を説明図であって、（a）は単体の光学素子の例、（b）はアレイ状の光学素子の例である。

【図4】レンズ構造体の製造方法の他の例の説明図である。

【図5】アレイ状のレンズ構造体の溝の形成の説明図である。

【図6】図5における流動性物質材料の滴下あるいは塗布の説明図であって、（a）は平面視図、（b）は劈開面視図、（c）は滴下あるいは塗布を示す図である。

【図7】本実施形態の端面レンズの効果を説明する図である。

【図8】半導体レーザアレイの光結合部の例を示す。

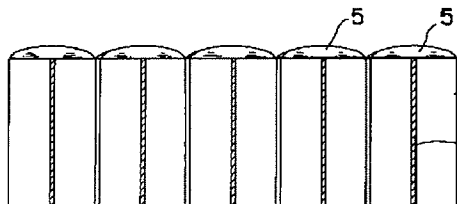
【図9】従来の半導体レーザの光結合部の一例を示す説明図である。

【図10】光結合部の他の例を示す説明図である。

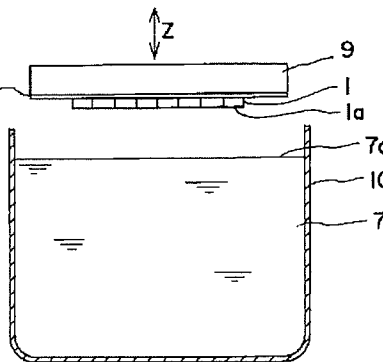
【符号の説明】

- 1 光学素子
- 3 活性層
- 5 レンズ構造体
- 5a 流動性物質薄膜
- 7 流動性物質材料

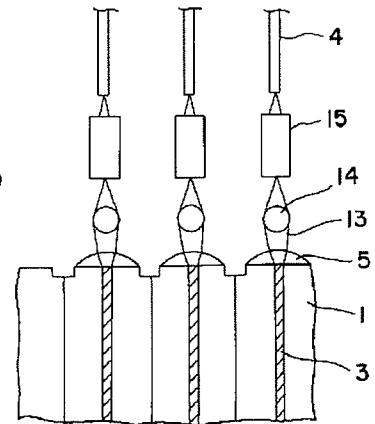
【図2】



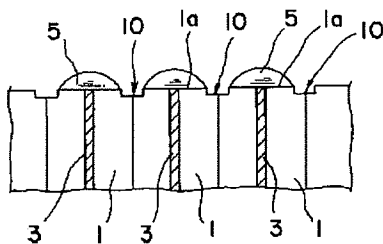
【図4】



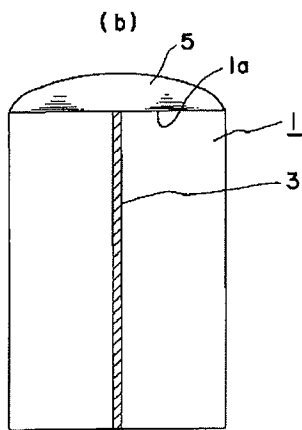
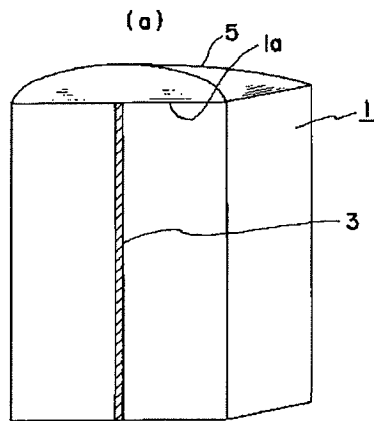
【図8】



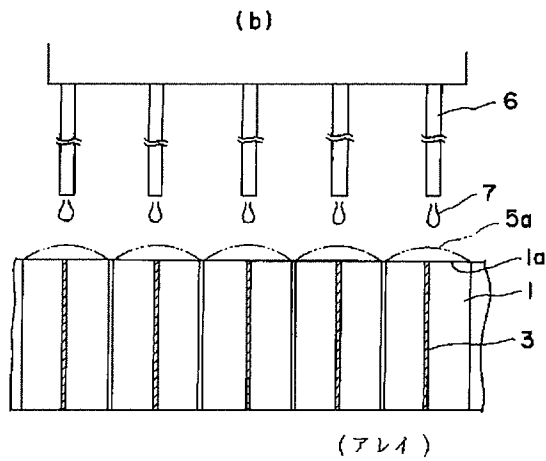
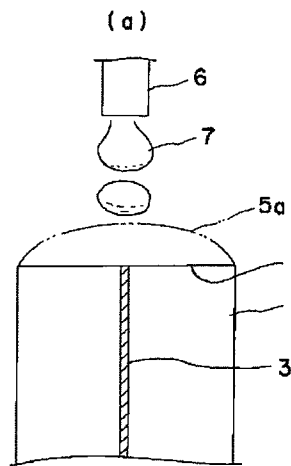
【図5】



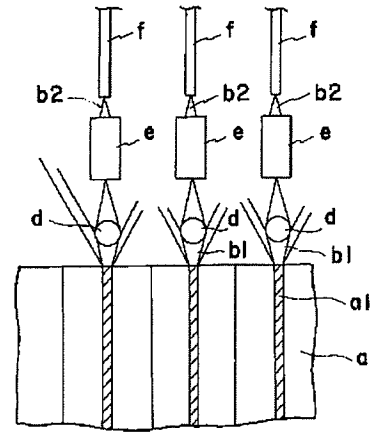
【図1】



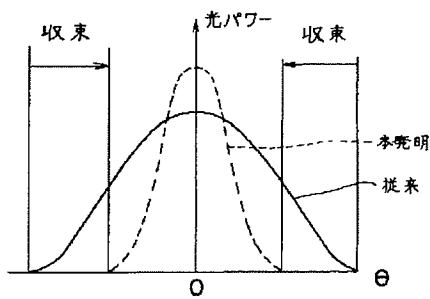
【図3】



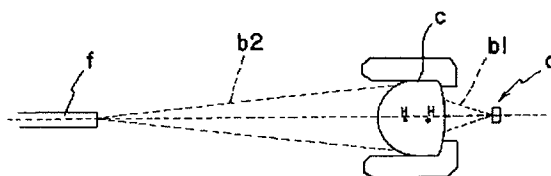
【図10】



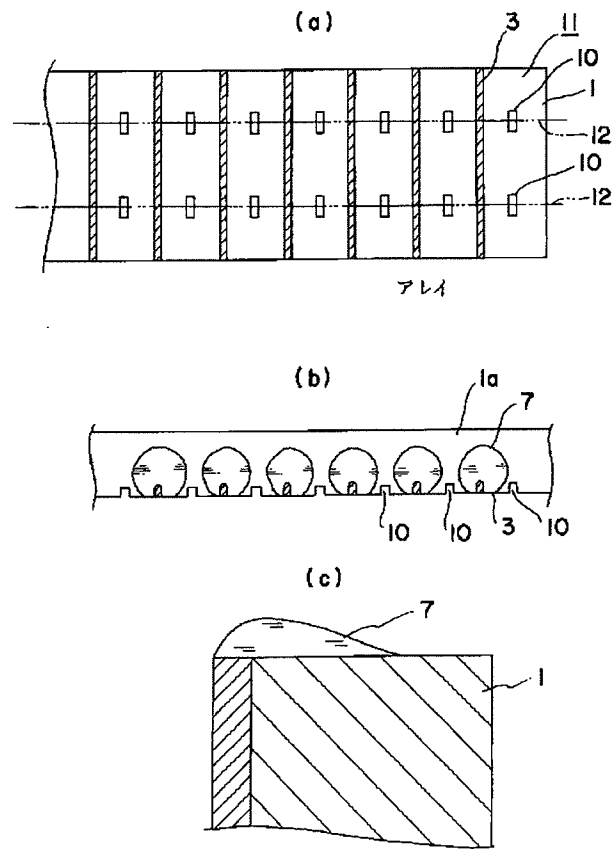
【図7】



【図9】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 2 9 K 101:10

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所